Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 3, Fall 2020, P. 361-371

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص. ۳۷۱-۳۶۱

مقاله علمی-پژوهشی

اثر روغن‌های گیاهی بر کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی (*Avena ludoviciana* **Durieu.**)

حسین حمامی[1*]- محمد حسن راشد محصل[2]- مهدی پارسا[3]- محمد بنایان اول[4]- اسکندر زند[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۵

چکیده

به منظور بهبود کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی، آزمایش گلخانه‌ای پاسخ به مقدار با نه روغن گیاهی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل غلظت‌های صفر، ۲۳/۴۴، ۴۶/۸۷، ۹۳/۷۵، ۱۸۷/۵، ۲۸۱/۲۵ و ۳۷۵ گرم ماده موثره در هکتار علف‌کش ستوکسیدیم با و بدون روغن‌های گیاهی منداب، زیتون، سویا، ذرت، آفتابگردان، کلزا، کنجد، کرچک و پنبه‌دانه انجام شد. علاوه بر این یک آزمایش دیگر برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های گیاهی انجام شد. همه روغن‌های گیاهی کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی را بهبود دادند و آن‌ها را می‌توان بر اساس مقادیر پتانسیل نسبی به ترتیب منداب> زیتون> سویا> ذرت> آفتابگردان> کلزا> کنجد> کرچک> پنبه‌دانه درجه‌بندی کرد. نتایج کلی نشان داد که با افزایش محتوای اسیدهای چرب غیراشباع روغن‌های گیاهی کارایی علف‌کش ستوکسیدیم بهبود می‌یابد. منداب و پنبه‌دانه به ترتیب با بیش‌ترین (۷۱/۱۷) و کمترین (۲۰/۶۵) درصد اسیدهای چرب غیراشباع بیش‌ترین و کمترین کارایی را دارا بودند. در میان اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل‌دهنده روغن‌های گیاهی، محتوای اسید چرب لینولئیک نقش کلیدی در کارایی داشت. همچنین یک رابطه منفی بین محتوای اسید لینولئیک و کارایی روغن‌های گیاهی وجود داشت. کاربرد ستوکسیدیم روی چغندر قند و پیاز اثرات سمی معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب غیراشباع ، روغن‌های گیاهی، ستوکسیدیم، لینولئیک اسید

مقدمه

جمعیت جهان به شدت رو به افزایش است. به طوری که از ۲/۵ میلیارد در سال ۱۹۵۰ به ۶/۱ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۰ رسیده است. این اطلاعات حاکی از افزایش بیش از ۲/۴ برابری جمعیت بین این سال‌ها است. حتی با توجه به کاهش سرعت رشد جمعیت در سال‌های اخیر باید به این نکته توجه داشت که پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به ۹/۱ میلیارد نفر می‌رسد (۶). بنابراین یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی انسان‌ها تامین غذا است. علف‌های هرز به عنوان یکی از مهم‌ترین موانع تولید در جهان به شمار می‌روند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که با وجود اقدامات مدیریتی گسترده از دهه‌های قبل هنوز کاهش ۱۰ درصدی عملکرد ناشی از حضور علف‌های هرز توسط محققین تایید می‌شود (۱۰). از مهم‌ترین علف‌های هرز باریک‌برگی که در ایران منجر به بروز خسارت در محصولات زراعی مختلف می‌شوند می‌توان به یولاف‌وحشی اشاره کرد. گونه‌های مختلف یولاف‌وحشی از جمله مهم‌ترین علف‌های هرز خانواده گندمیان بوده که در محصولات زراعی مختلف (زمستانه و بهاره) بسیار مشکل‌ساز می‌باشند. در جهان بیش از ۵۰ گونه‌ی یولاف‌وحشی وجود دارد که در بیش از ۲۰ محصول زراعی در ۵۵ کشور جهان به عنوان گیاه هرز مسئله‌ساز شناخته شده‌اند (۳۲). گزارش‌های کاظمی و شیمی (۱۶) و کوزنس و همکاران (۷) به ترتیب حاکی از خسارت‌های ۳۰ و ۵۰ درصدی ناشی از این گیاه هرز در محصولات زراعی است.

جلوگیری از تولید بذر، رعایت تناوب زراعی، بوجاری بذور، شخم و استفاده از علف‌کش‌ها از جمله مهم‌ترین روش‌های مدیریت این علف‌هرز است. در میان روش‌های مدیریت یولاف‌وحشی در ایران،

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Hhammami@birjand.ac.ir)
۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب استاد، دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- استاد مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v34i3.30343

مدیریت شیمیایی رایج‌ترین روش است (۳). علف‌کش‌های زیادی به منظور کنترل این علف‌هرز در ایران به ثبت رسیده‌اند که از آن جمله می‌توان به هالوکسی‌فوپ اتوکسی‌اتیل، هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل، فنوکساپروپ‌پی‌اتیل، پروپاکوئیزافوپ، سولفوسولفورون، دیفنزوکوات، دیکلوفوپ متیل، ستوکسیدیم، سیکلوکسیدیم، ترالکوکسیدیم و غیره اشاره کرد (۴۲، ۴۳، ۴۴). کاربرد زیاد این علف‌کش‌ها منجر به بروز مشکلاتی همچون بروز مقاومت و آلودگی‌های زیست‌محیطی شده است. پیامدهای ناگوار زیست‌محیطی کاربرد علف‌کش‌ها بسیار زیاد است. بنابراین با توجه به نیاز به تولید غذا و از طرفی دیگر وجود اثرات زیست‌محیطی مخرب زیاد در نتیجه کاربرد علف‌کش‌ها به نظر می‌رسد که بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین مسایلی است که باید به آن توجه کرد. با توجه به آمار مصرف آفت‌کش‌ها در جهان که بیش از سه میلیون تن ماده فعال گزارش‌شده (۳۶) و این مطلب که کمتر از ۰/۱ درصد از مواد بکار رفته به جایگاه عمل واقعی می‌رسند و در واقع سهم بسیار زیادی از این مواد به محل‌های غیر هدف می‌رسند (۲۳) و با توجه به اینکه بیش از ۴۸ درصد این مواد را علف‌کش‌ها تشکیل می‌دهند، ضرورت بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌ها بسیار مهم به نظر می‌رسد (۴۴).

کاربرد مواد افزودنی یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌ها است. امروزه روغن‌های گیاهی به عنوان یکی از مهم‌ترین مواد افزودنی، با اثرات سمی کمتر نسبت به سایر مواد افزودنی (۱۴) شناخته‌شده و به همراه علف‌کش‌ها بکار می‌روند. خصوصیات ترکیبات موجود در روغن‌های گیاهی می‌تواند بر خصوصیات محلول پاششی مانند کشش سطحی، قدرت نفوذ و عبور محلول علف‌کش از کوتیکول و در نهایت کارایی کنترلی علف‌کش اثر بگذارد (۱۴ و ۳۰). بنابراین تعیین رابطه بین خصوصیات روغن‌های گیاهی و کارایی آن‌ها می‌تواند عامل کلیدی در انتخاب روغن مناسب برای افزایش کارایی علف‌کش‌ها باشد. هدف از انجام مطالعه فوق تعیین بهترین روغن گیاهی از نظر افزایش کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی و بیان دلایل اثرگذاری متفاوت روغن‌های گیاهی به کمک ترکیبات تشکیل‌دهنده روغن‌ها و تعیین مهم‌ترین ترکیب موثر موجود در روغن‌های گیاهی بر کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی بود.

مواد و روش‌ها

روش تهیه، آماده‌سازی و تعیین ترکیب روغن‌ها

به منظور تعیین درصد اسیدهای چرب روغن‌های گیاهی منداب، سویا، پنبه، آفتابگردان، زیتون، کرچک، کنجد، ذرت و کلزا ابتدا همه روغن‌ها به استثنای روغن زیتون به روش مکانیکی استخراج شدند (۱۷). روغن زیتون با استفاده از روش سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) و از میوه تهیه شد (۳۱).

برای آماده‌سازی نمونه‌ها ابتدا از هر یک از روغن‌ها ۱۵ قطره جدا کرده و به لوله‌های آزمایش درب دار مجزا منتقل گردیده و سپس به هر کدام از نمونه‌ها ۷ میلی‌لیتر ان- هگزان نرمال اضافه کرده و لوله را خوب تکان داده تا ترکیبات فوق با یکدیگر مخلوط شوند و سپس ۲ میلی‌لیتر پتاسیم هیدروکسید متانولی (m/v ۱۱/۲٪) به هر یک از لوله‌های آزمایش اضافه گردید. سپس از هر کدام از نمونه‌های فوق ۴ نمونه تهیه و به مدت ۱ دقیقه روی دستگاه شیکر قرار داده شد. لوله‌های آزمایش حاوی نمونه به بن ماری با دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. در طی این مدت لوله‌ها ۲ تا ۳ بار تکان داده شدند. در نهایت لوله‌های آزمایش را در ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ کرده و فاز رویی را برداشته و پس از عبور از سولفات سدیم جهت رطوبت‌گیری، نمونه‌ها صاف شده و جهت تزریق به دستگاه GC آماده شدند (۳۹). پس از تبدیل اسیدهای چرب به مشتق متیل استر، نمونه‌ها به دستگاه GC[1] مدل Acme 6000 برای تفکیک تزریق شدند. دتکتور[2] یونش شعله‌ای در دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با نسبت هوا : هیدروژن : هلیوم؛ ۳۰۰:۳۰:۲۰ میلی لیتر بود. جداسازی ترکیبات در ستون مویین Fused silica از نوع DBX5 با قطر داخلی ۰/۲۲ میکرومتر، ضخامت فیلم نازک ۰/۲۵ میکرومتر به طول ۳۰ متر صورت گرفت. از گاز هلیوم با خلوص بسیار بالا (۹۹/۹۹۹ ٪) به عنوان گاز حامل استفاده شد. برای جداسازی اسیدهای چرب از برنامه دمایی زیر استفاده شد: دما ابتدا به مدت ۵ دقیقه۱۴۰ درجه سانتی‌گراد بوده و سپس با سرعت ۴ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و سپس از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و در دمای ۲۸۰ درجه به مدت ۳ دقیقه ثابت نگه داشته شد. دمای آشکارساز ۲۶۰ درجه سانتی گراد، دمای محل تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت شکافت ۴۰:۱ و سرعت جریان گاز هلیوم به داخل ستون ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه انتخاب شدند. حجم تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بوده و برای شناسایی اسیدهای چرب، زمان بازداری هر یک از نمونه‌ها با زمان بازداری استانداردهای متیل استر تحت شرایط آزمایشی یکسان مقایسه شده و زمان بازداری هر یک از گونه‌ها مشخص شد (۲۳).

آزمایش‌های پاسخ به مقدار علف‌کش

بذرهای یولاف‌وحشی در بهار ۱۳۹۱ از محوطه پردیس دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری شدند. پس از انجام آزمایش مقدماتی

1 -Gas chromatography Acme 6000 (Younglin, South Korea)
2- Detector

(آزمایش جوانه‌زنی در درون پتری‌دیش بدون اعمال تیمارهای خواب شکنی) به منظور جوانه‌دار کردن بذور مشخص شد که بذرهای جمع‌آوری شده دارای خواب هستند. به منظور ضد عفونی کردن و شکستن خواب بذرها از روش‌های زیر استفاده شد، پس از جداسازی پوسته اطراف بذرها، ضدعفونی سطحی آن‌ها توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد (*v/v*%) به مدت ۵ دقیقه صورت گرفته و سپس ۵ دقیقه با آب مقطر شستشو داده شدند. بذرها درون پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۱۱ سانتیمتر که حاوی یک لایه کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) بودند، قرار داده‌شده و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۲ گرم در لیتر نیترات پتاسیم (KNO_3) به هر یک از پتری‌دیش‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌های حاوی بذر به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد (در درون یخچال) در تاریکی مطلق (پتری‌دیش‌های حاوی بذور به وسیله یک لایه فویل آلومینیومی ضخیم و دو لایه پلاستیک مشکی پوشانده شدند) نگهداری شدند. پس از اعمال سرما، پتری‌دیش‌ها به ژرمیناتور با دوره دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت در تاریکی مطلق، به ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد، برای شکستن خواب، جوانه‌دار شدند (۱، ۱۱ و ۲۵).

یک روز قبل از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌ها، هر گلدان به وسیله شیر آب آبیاری که دارای هدایت الکتریکی برابر با ۹۱۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بود تا حد غرقابی آبیاری شدند. پس از اینکه بذور در ژرمیناتور جوانه‌دار شدند، پتری‌دیش‌ها به گلخانه منتقل شدند و تعداد ده گیاهچه یولاف‌وحشی با ریشه‌چه یکسان و سالم به سطح خاک گلدان‌های ۱/۵ لیتری به قطر ۱۴ سانتی‌متر حاوی خاک (لومی رسی)، خاک‌برگ و ماسه بادی با نسبت حجمی مساوی منتقل شدند. سپس روی گیاهچه‌های یولاف‌وحشی خاک پاشیده شد (روی سطح بذرها به طور کامل پوشانده شد). گلدان‌ها هر روز آبیاری می‌شدند. در مرحله یک برگی گیاهچه‌ها به چهار گیاهچه در هر گلدان تنک شدند و به میزان ۳۰ میلی‌لیتر از محلول ۳ گرم در لیتر کود *N:P:K* (۲۰:۲۰:۲۰) به هر یک از گلدان‌ها اضافه شد (۱۳). دمای گلخانه در مدت رشد، بین ۲۷ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد در طول روز و ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد در طول شب متغیر بود. گیاهان در مرحله چهار برگی با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مجهز به نازل بادبزنی معمولی با خروجی ۲۳۸ لیتر در هکتار با فشار پاشش ۲۰۰ کیلو پاسکال تحت تیمار قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های صفر، ۲۳/۴۴، ۴۶/۸۷، ۹۳/۷۵، ۱۸۷/۵، ۲۸۱/۲۵و ۳۷۵ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش ستوکسیدیم در ده سطح ۱) بدون روغن گیاهی، و روغن‌های گیاهی: ۲) منداب ۳) سویا، ۴) پنبه‌دانه، ۵) آفتابگردان ، ۶) زیتون، ۷) کرچک، ۸) کنجد، ۹) ذرت و ۱۰) کلزا در سه تکرار بودند. به منظور آماده‌سازی هر یک از روغن‌های گیاهی بالا، میزان پنج درصد از مویان سیتوگیت[1] به عنوان امولسیون کننده به روغن‌های گیاهی قبل از اضافه شدن به محلول علف‌کش اضافه شد. هر یک از روغن‌های گیاهی حاوی امولسیون کننده به میزان پنج درصد حجمی (پنج در هزار) مورد استفاده قرار گرفتند.

اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده چهار هفته پس از اعمال تیمارها از روی سطح خاک گلدان برداشت شدند و وزن تر و خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد و از میانگین وزن خشک در هر گلدان برای برازش منحنی‌های پاسخ به غلظت به کمک نرم‌افزار R استفاده شد.

پاسخ وزن خشک یولاف‌وحشی به مقدار محلول علف‌کش در حضور روغن‌های گیاهی مختلف با تکنیک رگرسیون غیرخطی و با استفاده از نرم‌افزار R آنالیز شد. تمامی داده‌ها به طور همزمان با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله ۲) برازش داده شدند (۴، ۵):

$$U_{ij} = \frac{D - C}{1 + \exp[b_i(\log(z_{ij}) - \log(ED_{50i}))]} \qquad (۱)$$

که در آن U_{ij} بیانگر وزن خشک j ام که موجب پاسخ در غلظت i ام فرمولاسیون (z_{ij}) می‌شود، D حد مجانب بالا و C حد مجانب پایین وزن خشک در غلظت‌های صفر (شاهد) و توصیه‌شده فرمولاسیون (بیش‌ترین غلظت) علف‌کش، $ED_{50(i)}$ مقدار فرمولاسیون، i، لازم برای ۵۰ درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز و b_i متناسب با شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشند (۴ و ۵). بخش میانی منحنی که بیانگر ویژگی موسوم به فعالیت ذاتی علف‌کش در گیاه است اهمیت علمی خاصی را دارد. استفاده از ED_{50} از روش‌های مهم نشان دادن تمایز بین اثرات علف‌کش‌ها و مواد افزودنی است (۲۸). مقادیر علف‌کش و علف‌کش بعلاوه روغن‌های گیاهی که موجب پاسخ یکسانی می‌شوند را می‌توان با استفاده از اختلاف جابجایی افقی منحنی‌های پاسخ به غلظت مورد مقایسه قرار داد. در این مورد تفاوت جابجا شدگی افقی دو منحنی نشان‌دهنده تاثیر تیمار آزمایشی در مقایسه با فرمولاسیون است. جابجا شدگی افقی، بیانگر نسبت بین مقادیر علف‌کشی است که منتهی به پاسخ یکسان می‌شود. این نسبت، پتانسیل نسبی یا (R) نامیده می‌شود که بر اساس معادله ۲ محاسبه می‌شود (۲۸):

$$R = \frac{ED_{50a}}{ED_{50b}} \qquad (۲)$$

در معادله فوق ED_{50a} و ED_{50b} به ترتیب نشانگر مقادیری از (ED_{50}) تیمارهای علف‌کش و علف‌کش بعلاوه روغن‌های گیاهی با اثرات مشابه محسوب می‌شوند. پتانسیل نسبی مشخص‌کننده این است که چه مقدار از فرمولاسیون مورد آزمون در مقایسه با علف‌کش به همراه روغن‌های گیاهی، بیشتر یا کمتر، باید به کار رود (۱۹). اگر

1- Citogate, alkylarylpolyglycol ether

R برابر یک باشد، تیمارها دارای پتانسیل نسبی یکسانی خواهند بود. اگر R بزرگ‌تر از یک باشد، کاربرد علف‌کش به همراه روغن‌های گیاهی دارای فعالیت شاخ و برگی بیشتری نسبت به کاربرد علف‌کش به تنهایی خواهد بود و اگر R کوچک‌تر از یک باشد، نشان‌دهنده اثر منفی کاربرد روغن‌های گیاهی بر کارایی علف‌کش مورد آزمایش خواهد بود. به عبارتی دیگر، اگر پتانسیل نسبی کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از یک باشد، استفاده از روغن‌های گیاهی موجب کاهش و یا افزایش کارایی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش شده‌اند (۱۳).

بررسی اثر سمی ستوکسیدیم به همراه روغن‌های گیاهی بر زیست توده چغندر قند و پیاز

پس از پایان آزمایش پاسخ به غلظت این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد با استفاده از گیاهان زراعی چغندر قند (رقم لاتیا فرانسوی) و پیاز (رقم سپیدان) انجام گرفت. یک روز قبل از کاشت بذور، خاک (لومی رسی) گلدان‌ها آماده‌شده و گلدان‌های ۳ لیتری پر شدند و به صورت کامل تا حد غرقاب گلدان‌ها به وسیله آب شیر آبیاری شدند. بذور گیاهان زراعی فوق، در گلدان‌های حاوی خاک (لومی رسی) در سطح خاک کشت شده و سپس روی بذرها تا پوشیده شدن کامل آن‌ها خاک ریخته شد. سپس به منظور کاهش تبخیر آب از روی خاک سطح گلدان‌ها و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذرها، از پلاستیک نایلونی برای پوشاندن سطح گلدان‌ها استفاده شد. ۴ روز پس از کاشت گلدان‌ها پلاستیک نایلونی سطح آن‌ها برداشته شد. پس از آن در مرحله ۲ برگی حقیقی گیاهان هر گلدان تنک شده و در دو مرحله به ۴ بوته در هر گلدان رسید. آبیاری هر ۲ روز یک‌بار بر اساس نیاز گیاه توسط شیر آب انجام می‌گردید. از آنجایی که پذیرش ۱۰ درصد خسارت به محصول (در شرایطی که ۹۰ درصد علف هرز کنترل شود) از جانب علف‌کش به - منظور ارزیابی ویژگی انتخابی بودن هر علف‌کشی مورد قبول است (۳۷)، از این‌رو، برای اجرای این آزمایش از مقادیری از علف‌کش با و بدون هر یک از مواد افزودنی مذکور که برای کاهش ۹۰ درصد وزن خشک علف‌هرز یولاف‌وحشی لازم بود و غلظت‌های بیشتر استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت موثر ۹۰ درصد (ED_{90}) بر حسب گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش ستوکسدیم در ده سطح ۱) بدون روغن گیاهی، و روغن‌های گیاهی: ۲) منداب ۳) سویا، ۴) پنبه‌دانه، ۵) آفتابگردان ، ۶) زیتون، ۷) کرچک، ۸) کنجد، ۹) ذرت و ۱۰) کلزا و گیاه زراعی در دو سطح (پیاز و چغندر قند) بودند. ۴ هفته پس از اعمال تیمارها، اندام‌های هوایی گیاهان زراعی موجود در هر یک از گلدان‌ها از روی سطح خاک برداشت شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. از میانگین وزن خشک در هر گلدان برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. داده‌ها از طریق نرم‌افزار SAS در سطح احتمال ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اثر نوع و درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده روغن‌های گیاهی بر افزایش کارایی ستوکسیدیم

نتایج آنالیز رگرسیونی به کمک معادله چهار پارامتره لجستیک (معادله ۱) و پتانسیل نسبی (معادله ۲) در جدول ۱ نشان داده شده است. با استفاده از معادله ۲ مقادیر پتانسیل نسبی برای روغن‌ها محاسبه‌شده و در مقایسه بهبود کارایی توسط روغن‌ها مورد استفاده قرار گرفت. هنگامی که هر کدام از روغن‌های گیاهی به محلول علف‌کش ستوکسیدیم افزوده شد پتانسیل نسبی به مقدار قابل‌توجهی افزایش پیداکرده و در نهایت کارایی ستوکسیدیم افزایش یافت.

روغن منداب با پتانسیل نسبی ۴/۰۲۸ بیش‌ترین و روغن پنبه‌دانه با ۱/۲۴۵ کمترین میزان پتانسیل نسبی برای افزایش کارایی را داشتند. میزان تاثیر روغن‌های گیاهی بر افزایش کارایی به ترتیب از زیاد به کم منداب، زیتون، سویا، ذرت، آفتابگردان، کلزا، کنجد، کرچک و پنبه بود (جدول ۱). مطالعات دیگری که توسط سایر محققین انجام شده است نشان‌دهنده افزایش کارایی علف‌کش‌های ستوکسیدیم (۸؛ ۲۰)، دیکلوفوپ و فلوآزیفوپ بوتیل (۲۱)، فن مدیفام (۸)، ایزوکسافلوتول (۳۸)، نیکوسولفورون (۲۴)، کلتودیم (۱۵)، اسی فلورفن (۲۴)، ریم سولفورون (۳۸)، دیکلوفوپ متیل، سیکلوکسیدیم و کلودینافوپ پروپارژیل (۲۹) در نتیجه کاربرد روغن‌های گیاهی بود.

در منابع متنوع دلایل مختلفی برای افزایش کارایی علف‌کش در حضور روغن‌های گیاهی مانند کاهش کشش سطحی (۳۰، ۳۳)، بهبود تشکیل اسپری پاششی پس از خروج از نازل (۹)، نشست بهتر و یکنواخت تر پاشش (۳۹) و افزایش نفوذ علف‌کش از طریق افزایش حلالیت پذیری کوتیکول (۳۰) شناخته شده است.

جدول ۲ خلاصه‌ای از نتایج ارزیابی نوع و درصد اسیدهای چرب مختلف به کمک دستگاه GC را نشان می‌دهد. ترکیب روغن‌های گیاهی که به عنوان عامل اصلی تعیین‌کننده خصوصیات روغن‌ها شناخته می‌شود به عوامل متعددی نظیر گونه گیاهی و شرایط محیطی که گیاه در آن رشد کرده است وابسته است. از جمله مهم‌ترین عوامل محیطی که بر کمیت و کیفیت ترکیبات موجود در روغن‌های استحصال‌شده از گیاهان تاثیر می‌گذارد می‌توان به نور، درجه حرارت، بارندگی، طول روز، عرض جغرافیایی، خصوصیات خاک، ارتفاع محل و تغذیه گیاه اشاره کرد (۲). با توجه به تاثیر بسیار زیاد عوامل محیطی یادشده بر خصوصیات کمی و کیفی روغن‌های گیاهی، برای دست یافتن به نتایج دقیق در مورد روغن‌های گیاهی نیاز به تعیین دقیق

اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده آن‌ها و درصد هر کـدام اسـت. ترکیـب اسیدهای چرب و درصد هر کدام توسط سـایر محققـین نیـز گـزارش شده است (۱۲، ۱۸، ۲۷، ۳۴، ۳۵ و ۴۰).

جدول ۱- نتایج آنالیز رگرسیونی، پارامترهای معادله چهار پارامتره لجستیک و پتانسیل نسبی

Table 1- Results of regression analysis, equation parameters of four logistic parameters and relative potential

تیمارها **Treatments**	حد بالا **Upper limit**	حد پایین **Lower limit**	شیب منحنی **Curve slope**	دز موثر ۵۰ درصد **ED_{50} (g ai L^{-1})**	آزمون عدم برازش **Lack of fit test**	پتانسیل نسبی **Relative potency**
ستوکسیدیم Sethoxydim	0.7664 (± 0.0166)	0.0826 (± 0.0189)	1.0067 (± 0.0622)	110.144 (± 6.300)	0.646 (NS)	1
ستوکسیدیم+ روغن منداب Sethoxydim+Turnip oil	0.7831 (± 0.0201)	0.0700 (± 0.0230)	0.7311 (± 0.1072)	27.344 (± 2.946)	0.4106 (NS)	4.028
ستوکسیدیم+ روغن ذرت Sethoxydim+Corn oil	0.7869 (± 0.0192)	0.0929 (± 0.0168)	0.9765 (± 0.0168)	37.629 (± 2.987)	0.4910 (NS)	2.927
ستوکسیدیم+ روغن زیتون Sethoxydim+Olive oil	0.7692 (± 0.0740)	0.1011 (± 0.0130)	1.0139 (± 0.0132)	31.810 (± 2.312)	0.2291 (NS)	3.463
ستوکسیدیم+ روغن سویا Sethoxydim+Soybean oil	0.7790 (± 0.0180)	0.0701 (± 0.0160)	0.9886 (± 0.1013)	35.003 (± 2.578)	0.6290 (NS)	3.147
ستوکسیدیم+ روغن آفتابگردان Sethoxydim+Sunflower oil	0.7869 (± 0.0146)	0.0794 (± 0.0308)	0.9707 (± 0.0488)	39.998 (± 2.541)	0.2308 (NS)	2.754
ستوکسیدیم+ روغن کنجد Sethoxydim+Sesame oil	0.7843 (± 0.0144)	0.0592 (± 0.0167)	1.2457 (± 0.0590)	55.751 (± 2.852)	0.5530 (NS)	1.976
ستوکسیدیم+ روغن کلزا Sethoxydim+Canola oil	0.7799 (± 0.0159)	0.0837 (± 0.0264)	1.1233 (± 0.0589)	52.856 (± 3.247)	0.6701 (NS)	2.084
ستوکسیدیم+ روغن کرچک Sethoxydim+Castor oil	0.7942 (± 0.0203)	0.0941 (± 0.0189)	1.3511 (± 0.0897)	61.439 (± 4.0704)	0.4085 (NS)	1.793
ستوکسیدیم+ روغن پنبه‌دانه Sethoxydim +Cottonseed oil	0.7721 (± 0.0191)	0.0851 (± 0.0258)	1.2480 (± 0.0821)	88.449 (± 6.217)	0.0756 (NS)	1.245

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند.

Data in parentheses showed standard errors

NS: معنی‌دار نبودن آزمون عدم برازش نشان‌دهنده برآورد مناسب پارامترهای معادله چهار پارامتره لجستیک است.

NS: Non-significant lack of fit test showed proper estimate of parameters in four logistic equation.

بتی و همکاران (۲) نشان دادنـد کـه روغن‌هـای گیـاهی کـه از گیاهان پرورش‌یافته در عرض‌های جغرافیایی بالا کـه دمـای هـوا در آنجا پایین بوده و کمتر از عرض‌های جغرافیایی پایین است اسـتخراج شدند دارای درصد اسیدهای چرب غیراشباع بیشتری هستند. با توجـه به نتایج منتشرشده توسط ایـزدی دربنـدی و همکـاران (۱۴) کـاربرد روغن‌های گیاهی می‌تواند منجر به افزایش کـارایی علـف‌کـش‌هـا در کنترل علف‌های هرز شده و در نتیجه مقادیر مصرفی علف‌کش‌ها بـه شدت کاهش یابـد. ایـن محققـین عـلاوه بـر بیـان افـزایش کـارایی علف‌کش‌های به کار رفته با فرمولاسیون امولسیون به حدود ۶ برابری (برای کاربرد روغن‌های منداب و سویا) نشان دادند کـه میـزان تـاثیر روغن‌های گیاهی بر افزایش کارایی علف‌کش‌های مـورد مطالعـه بـه شدت وابسته به ترکیب اسـیدهای چـرب اشـباع و غیـراشـباع و نـوع اسیدهای چرب در هر کدام از این گروه‌ها اسـت. نتـایج ایـن مطالعـه همچنین نشان داد که میزان تاثیر روغن‌های گیاهی بر افزایش کارایی به مقدار زیادی وابسته به ترکیب اسیدهای چرب اشـباع و غیـراشـباع (شکل ۱، جدول ۲) است. با توجه به شکل ۱ می‌توان به ایـن نتیجـه رسید که با افـزایش میـزان اسـیدهای چـرب غیـراشـباع نسـبت بـه اسیدهای چرب اشباع در روغن‌های گیاهی بر میـزان پتانسـیل نسـبی ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی افزوده می‌شـود. یکـی از دلایلـی که ممکن است باعث افزایش کارایی بیشتر روغن‌های دارای محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع شود مربوط به افزایش قدرت نفـوذ در کوتیکول و حلالیت بیشتر موم کوتیکولی است (۲).

جدول ۲. ترکیب اسیده‌ای چرب تشکیل‌دهنده روغن‌های گیاهی مختلف

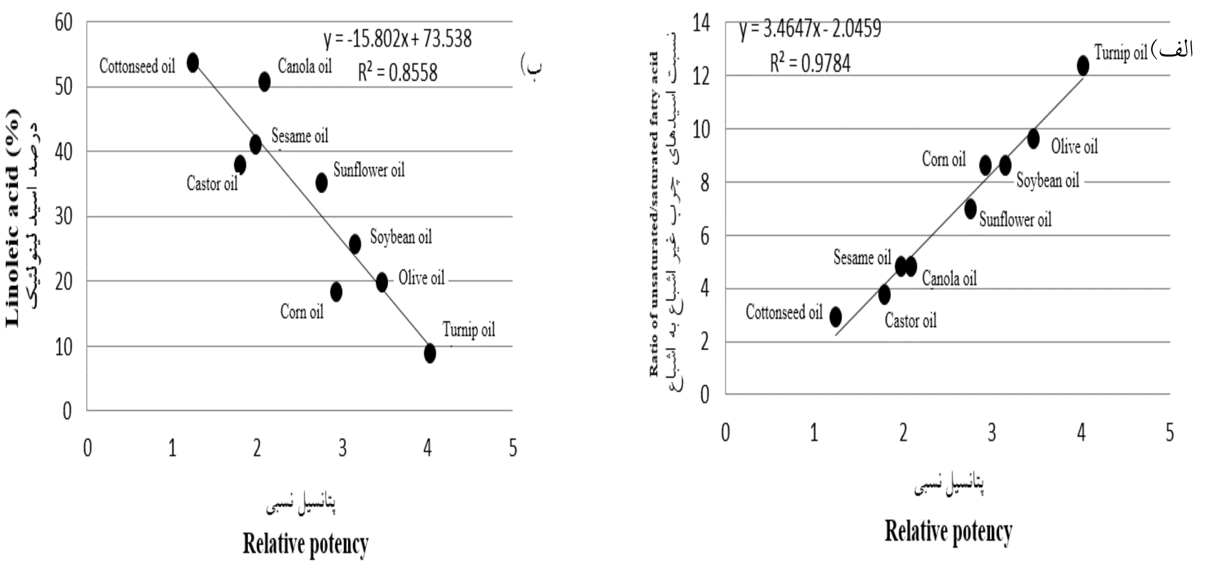
Table 2. Fatty acid composition of vegetable oils

روغن‌های گیاهی Vegetable oil	اسیدهای چرب اشباع Saturate fatty acid						اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه Monounsaturated fatty acids						اسیدهای چرب غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه Polyunsaturated fatty acids			غیر اشباع/ اشباع unsaturated/saturated
	C16:0	C18:0	C20:0	C22:0	C24:0	others	C16:1	C18:1	C20:1	C22:1	C24:1	others	C18:2	C18:3	others	
روغن منداب Turnip oil	3.85	1.13	0.75	1.01	0.56	0.16	0.27	15.38	9.34	43.99	2.19	-	8.96	10.65	1.76	12.4
روغن سویا Soybean oil	5.63	3.26	0.83	0.49	0.14	–	0.14	54.11	1.68	0.67	–	-	25.75	7.3	–	8.66
روغن پنبه‌دانه Cottonseed oil	20.87	3.19	0.37	–	–	0.93	0.55	20.1	–	–	–	-	53.78	0.21	–	2.94
روغن آفتابگردان Sunflower oil	6.54	3.92	0.32	1.13	0.50	0.1	0.26	51.68	0.32	–	–	-	35.23	–	–	6.99
روغن زیتون Olive oil	7.1	2.05	0.24	–	–	-	0.5	69.84	0.14	–	–	0.28	19.85	–	–	9.64
روغن کرچک Castor oil	9.54	10.52	0.92	–	–	0.01	–	34.05	2.73	–	–	-	37.94	4.29	–	3.76
روغن کنجد Sesame oil	9.90	5.95	0.82	0.22	0.07	0.19	0.20	40.55	0.29	–	–	0.08	41.19	0.54	–	4.83
روغن ذرت Corn oil	4.92	2.95	0.91	0.52	0.22	0.83	0.25	60.54	2.15	–	0.26	-	18.41	8.04	–	8.66
روغن کلزا Canola oil	12.32	2.49	0.75	0.20	0.37	0.99	0.14	30.89	0.29	–	–	-	50.70	0.86	–	4.84

پالمتیک اسید (Palmitic acid) (C16:0)، استئاریک اسید (Stearic acid) (C18:0)، آراشیدیک اسید (Arachidic acid) (C20:0)، بهنیک اسید (Behenic acid) (C22:0)، لیگنوسریک اسید (Lignoceric acid) (C24:0)؛ پالمیتولئیک اسید (Palmitoleic acid) (C16:1)، اولئیک اسید (Oleic acid) (C18:1)، گادولئیک اسید (Gadoleic acid) (C20:1)، یوروسیک اسید (Erucic acid) (C22:1)، نرونیک اسید (Nervonic acid) (C24:1)؛ لینولئیک اسید (Linoleic acid) (C18:2)، لینولنیک اسید (Linolenic acid) (C18:3).

نتایج بررسی انجام‌شده توسط ایزدی و همکاران (۱۴) عکس نتایج این مطالعه بود و آن‌ها بیان داشتند که با افزایش نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع بر میزان کارایی علف‌کش‌ها در کنترل یولاف‌وحشی افزوده می‌شود. بتی و همکاران (۲) در آزمایش انجام‌شده در شرایط موم شبیه‌سازی شده، نشان دادند که به ترتیب روغن متیله شده گیاهی، روغن گیاهی و روغن نفتی سبب حلالیت موم کوتیکولی از زیاد به کم شدند. نتایج مانتی و نالوجوا (۲۲) نشان داد که روغن متیله شده آفتابگردان بیشتر از روغن آفتابگردان و روغن سان اسپری ۱۱ ان موجب حلالیت موم اپی کوتیکولاری شد. بنابراین به نظر می‌رسد قدرت حلالیت و نرم کردن موم کوتیکولی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده میزان افزایش کارایی در نتیجه کاربرد روغن‌های گیاهی باشد (۳۳، ۴۱). نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که در میان اسیدهای چرب غیراشباع اهمیت و تاثیرگذاری انواع اسیدهای چرب غیراشباع متفاوت است (شکل ۱). در میان اسیدهای چرب غیراشباع بیش‌ترین اهمیت و تاثیرگذاری مربوط به اسید چرب لینولئیک است (شکل ۱) درحالی‌که در گزارش دیگری محتوای اسید اولئیک (رابطه منفی) و پالمتیک (رابطه مثبت) اهمیت بیشتری در تاثیرگذاری بر کارایی علف‌کش‌ها داشتند (۱۴). رابطه منفی قوی موجود بین پتانسیل نسبی و درصد اسید چرب لینولئیک موجود در روغن‌های گیاهی در این تحقیق نشان داده شده است (شکل ۱).

افزایش محتوای اسید چرب لینولئیک منجر به کاهش کارایی روغن در افزایش کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی شد. گزارش ایزدی و همکاران (۱۴) رابطه منفی کارایی علف‌کش‌های سولفوسولفورون و ایمازامتابنزمتیل را با میزان اولئیک اسید (C18:1) و رابطه مثبت کارایی علف‌کش‌های سولفوسولفورون و ایمازامتابنزمتیل را با میزان پالمتیک اسید (C16:0) نشان داد. همچنین آن‌ها نشان دادند که بین میزان افزایش کارایی علف‌کش‌های سولفوسولفورون و ایمازامتابنزمتیل و میزان اسیدهای چرب استئاریک اسید (C18:0)، پالمیتولئیک اسید (C16:1)، لینولئیک اسید (C18:2) و لینولنیک اسید (C18:3) رابطه‌ای وجود نداشت. عوامل مختلف دیگری نیز می‌توانند بر کارایی کاربرد علف‌کش‌ها به همراه روغن‌های گیاهی تاثیرگذار باشد. به عنوان مثال ایزدی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که اثر روغن‌های گیاهی بر کارایی سولفوسولفورون بسیار کمتر از ایمازامتابنز متیل بود. اختلاف عمده این دو علف‌کش مربوط به فرمولاسیون آن‌ها بود. فرمولاسیون ایمازامتابنز متیل از نوع امولسیون بود درحالی‌که فرمولاسیون سولفوسولفورون از نوع گرانوله وتابل بود.



شکل ۱- رابطه بین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع (الف) و درصد اسید لینولئیک (ب) با پتانسیل نسبی روغن‌های گیاهی در افزایش کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی

Figure 1- Relationship between ratio of unsaturated/saturated fatty acid (a) and linoleic acid (b) with relative potency of vegetable oil in increasing sethoxidim performance on wild oat control

اثر ستوکسیدیم به همراه روغن‌های گیاهی بر زیست توده چغندر قند و پیاز

اختلاف معنی‌داری بین وزن خشک بوته‌های پیاز و چغندر قند شاهد و غلظت‌های بهینه‌شده (ED_{90}) علف‌کش ستوکسیدیم با و بدون مواد افزودنی مورد آزمایش مشاهده نشد. این امر نشان‌دهنده عدم تغییر در خاصیت انتخابی علف‌کش ستوکسیدیم در نتیجه استفاده از روغن‌های گیاهی بود. همان طور که زند و باغستانی (۴۲ و ۴۴) بیان کردند عدم وجود آنزیم حساس به این علف‌کش در گیاهان زراعی پهن‌برگ عامل عمل انتخابی این علف‌کش‌ها و کاربرد آن‌ها به عنوان باریک‌برگ‌کش در محصولات زراعی پهن‌برگ است. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان کرد که در غلظت (ED_{90}) علف‌کش ستوکسیدیم (در حضور روغن‌های گیاهی) هیچ اثری بر گیاهان زراعی پهن‌برگ نداشتند.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد روغن‌های گیاهی به مقدار زیادی پتانسیل نسبی ستوکسیدیم را افزایش داد. بر اساس نتایج این مطالعه و مطالعات انجام‌شده توسط سایر محققین (۱۳، ۱۹، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۹، ۳۲، ۴۰ و ۴۴) به نظر می‌رسد که کاربرد روغن‌های گیاهی به عنوان یک ابزار بسیار مناسب می‌تواند جایگزین مواد افزودنی مصنوعی شود. یافته‌های ما در این تحقیق نشان داد که نوع و ترکیب اسیدهای چرب نقش بسیار مهمی در افزایش کارایی ستوکسیدیم داشت بطوریکه با افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع بر میزان پتانسیل نسبی روغن‌ها بر افزایش کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف‌وحشی افزوده شد. نوع اسیدهای چرب غیراشباع موجود در روغن نیز بر کارایی ستوکسیدیم بسیار موثر بود بطوریکه روغن‌هایی که دارای محتوای اسید لینولئیک کمتری بودند باعث افزایش بیشتر پتانسیل نسبی شدند. نتایج این مطالعه حاکی از عدم تاثیر مشخص و بارز توسط سایر اسیدهای چرب بر کارایی ستوکسیدیم بودند. تحقیقات بیشتر در زمینه تعیین مکانیسم عمل روغن‌های گیاهی در افزایش کارایی علف‌کش‌ها نیاز است.

منابع

1- Andersen R.N. 1968. Germination and Establishment of Weeds for Experimental Purposes. A Weed Science Society of America Handbook. Urbana, USA.
2- Beattie A., Watson D., Stevens M., Rae D., and Spooner- Hart R. 2012. Sustainable pest and disease Management.
3- Baghestani M.A., Zand E., Soufizadeh S., Jamali M., and Maighani F. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protection 26: 1385-1389.
4- Cabanne F., Gaudry J., and Streibig J.C. 1999. Influence of alkyl oleates on efficacy of phenmedipham applied as an acetone:water solution on *Galium aparine*. Weed Research 39: 57-67.
5- Cabanne F. 2000. Increased efficacy of clodinafop-propargyl by terpineols and synergistic action with esterified fatty acids. Weed Research 40: 181-189.
6- Carvalho F.P. 2006. Agriculture, pesticides, food security and food safety. Environmental Science and Policy 9: 685-692.
7- Cousens R.D., Weaver S.E., Martin T.D., Blair A.M., and Wilson J. 1991. Dynamic of competition between wild oat (*Avena fatua*) and winter cereals. Weed Research 31: 203-210.
8- DeRuiter H., Uffing A.J.M., and Meinen E. 1997. Influence of emulsifiable oils and emulsifier on the performance of phenmedipham, metoxuron, sethoxydim, and quizalofop. Weed Technology 11: 290-297.
9- Ejim C.E., Fleck B.A., and Amirfazli A. 2007. Analytical study for atomization of biodiesels and their blends in a typical injector: surface tension and viscosity effects. Fuel 86: 1534-1544.
10- Ghorbani R., Rashed Mohasel M.H., Hosseini A., Mosavi K., and Haj Mohammadnia ghalibaf K. 2009. Sustainable weed management. Published by Ferdowsi university of Mashhad.
11- Hammami H., Rashed Mohassel M.H., and Aliverdi A. 2011. Surfactant and rainfall influenced clodinafop-propargyl efficacy to control wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.). Australian Journal of Crop Science 5: 39-43.
12- Hazen J.L. 2000. Adjuvants terminology, classification and chemistry. Weed Technology 14: 773-784.
13- Hsiao A.I., Liu S.H., and Quick W.A. 1996. Effect of ammonium sulfate on the phytotoxicity, foliar uptake, and translocation of Imazamethabenz in wild oat. Plant Growth Regulation 15: 115-120.
14- Izadi-Darbandi E., Aliverdi A., and Hammami H. 2013. Behavior of vegetable oils in relation to their influence on herbicides' effectiveness. Industrial Crops and Products 44: 712-717.
15- Jordan D.L., Vidrine P.R., Griffin J.L., and Reynolds D.B. 1996. Influence of adjuvants on efficacy of clethodim. Weed Technology 10: 738-743.
16- Kazemi H., and Shimi P. 2005. Determination of the host range of *Fusarium moniliforme* isolated from winter wild oat (*Avena ludoviciana*) in Iran. Iranian Journal of Weed Science 1: 67-72.
17- Kemper T.G. 2005. Industrial Oil and Fat Products, Oil Extraction. Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc.

18- Kim J., Kim D.N., Lee S.H., Yoo S.H., and Lee S. 2010. Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behavior and oil uptake. Food Chemistry 118: 398-402.
19- Kudsk P., and Mathiassen S.K. 2004. Joint action of amino acid biosynthesis inhibiting herbicides. Weed Research 44: 313-322.
20- Matysiak R., and Nalewaja J.D. 1999. Temperature, adjuvants, and UV light affect sethoxydim phytotoxicity. Weed Technology 13: 94-99.
21- Manthey F.A., Nalewaja J.D., and Szeleziank E.F. 1989. Esterifed seed oils with herbicides. In: Adjuvants and Agrochemicals, Vol. II (eds Chow, P.N.P., Ggrant, C.A., Hinshalwood, A.M. and Simundsson, E.). 139-148 pp. CRC Press, Boca Roton, FL.
22- Manthy F.A., and Nalewaja J.D. 1992. Relative wax solubility and phytotoxicity of oil to green foxtail. In: foy CL,ed, Adjuvants for Agrochemical. Boca Raton, Florida, USA: CRC press. 463-471.
23- Mehmood S., Orhan I., Ahsan Z., Aslan S., and Gulfraz M. 2008. Fatty acid composition of seed oil of different Sorghum bicolor varieties. Food Chemistry 109: 855-859.
24- Nandula V.K., Curran W.S., Roth G.W., and Harting N.L. 1995. Effectiveness of adjuvants with nicosulfuron and primisulfuron for wirestem muhly (*Muhlenbergia frondosa*) control in no-till corn (*Zea mays*). Weed Technology 9: 525-530.
25- Nandula V.K., and Messersmith C.G. 2003. Imazamethabenz-resistant wild oat (*Avena fatua* L.) is resistant to diclofop-methyl. Pestcide Biochemistry and Physics 74: 53-61.
26- Nalewaja J.D., Praczyk T., and Matysiak R. 1995. Surfactants and oils adjuvants with nicosulfuron. Weed Technology 9: 689-695.
27- Rafalowski R., Zegarska Z., Kuncewicz A., and Borejszo Z. 2008. Fatty acid composition, tocopherols and beta-carotene content in polish commercial vegetable oils. Pakistan Journal of Nutrition 7: 278-282.
28- Rashed- Mohassel M.H., Rastgo M., Mousavi S.K., Valiolahpour R., and Haghighi A. 2006. Principles of weed science (translation). Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)
29- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Hammami H., and Zand E. 2010. Optimizing the performance of diclofop-methyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. Weed Biology and Management 10: 57-63.
30- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., and Rahimi S. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl with adjuvants to control wild oat. Industrial Crops and Products 34: 1583-1587.
31- Rubio J.C. 2008. Olive Oil History and Facts. Acites Toledo SA. Pp 20.
32- Salehian H., and Eshaghi O. 2012. Growth analysis some weed species. International Journal of Agriculture Crop Science 4: 730-734.
33- Sharma S.D., and Singh M. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on *Bidens frondosa* and *Panicum maximum* with different adjuvant types. Weed Research 40: 523-533.
34- Shibahara A., Yamamoto K., and Kinoshita A. 2008. High-speed analysis of the major components of fatty acid methyl esters by capillary gas chromatography. Lipid Technology 20: 88-90.
35- Soler L., Caiiellas J., and Saura-Calixto F. 1988. Oil content and fatty acid composition of developing almond seeds. Journal of Agriculture and Food Chemistry 36: 695-697.
36- Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., and Polasky S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418:671- 677.
37- Tind T., Mathiesen T.J., Jensen J.E., Ritz C., and Streibig J.C. 2009. Using a selectivity index to evaluate logarithmic spraying in grass seed crops. Pest Management Science 65: 1257-1262.
38- Tonks D.J., and Eberlein C.V. 2001. Postemergence weed control with rimsulfuron and various adjuvants in potato (*Solanum tuberosum*). Weed Technology 15: 613-616.
39- Tu Y.Q., Lin Z.M., and Zhang J.Y. 1986. The effect of leaf shape on the deposition of spray droplets in rice. Crop Protection 5: 3-7.
40- Were B.A., Onkware A.O., Gudu S., Welander M., and Carlsson A.S. 2006. Seed oil content and fatty acid composition in east African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. Field Crop Research 97: 254-260.
41- 46-Young B.G., and Hart S.E. 1998. Optimizing foliar activity of isoxaflutole on giant foxtill (*Setaria faberi*) with various adjuvants. Weed Science 46: 397-402.
42- Zand, E. and Baghestani M. A. 2002. Weed Resistance to Herbicide. Published by Jahad Daneshgahi of Mashhad, Mashhad.
43- Zand A., Mosavi K., and Heidari A. 2015. Herbicides and their Application. Published by Jahad Daneshgahi of Mashhad, Mashhad.
44- Zand E., Nezamabadi N., Baghestani M.A., Shimi P., and Mousavi S.K. 2017. A Guide to Chemical Control of Weeds in Iran. Published by Jahad Daneshgahi of Mashhad, Mashhad.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 3, Fall 2020, P. 361-371

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص. ۳۷۱-۳۶۱

Effect of Vegetable Oils on Sethoxydim Efficacy on the Control of Wild Oat (*Avena ludoviciana* Durieu.)

H. Hammami[1]*- M.H. Rashed Mohassel[2]- M. Parsa[3]- M. Bannayan-Aval[4]- E. Zand[5]

Received: 05-01-2014
Accepted: 16-07-2014

Introduction: Sethoxydim is a post emergence graminicide that control annual and perennial grasses such as wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) and littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.) by inhibitory activity on acetyl coenzyme A carboxylase enzyme and disrupt fatty acid biosynthesis. It belongs to the cyclohexanone chemical family. It was registered for weed management in broad leaf crops. Using an adjuvant (e.g. vegetable oils and surfactants) that can increase the foliar activity of post emergence herbicides by cuticle destruction and increase leaf wetting is an acceptable way to achieve this approach. Applying vegetable oils increased graminicide penetrate to leaf and post emergence herbicides performance. Some synthetic adjuvants have been shown a side effect on wildlife, similar to agrochemicals therefore using safe and reproducible adjuvants is essential. The objective of this research is to determine the best vegetable oil on biological activity of sethoxydim on wild oat and relation between compounds of vegetable oils (fatty acids) and their effects on sethoxydim performance.

Materials and Methods: The dose response experiment was conducted in Research Greenhouse of Ferdowsi University of Mashhad in 2012. The seeds of wild oat were collected from plants in the fields of the Mashhad Agricultural and Natural Resources Research Center, in Mashhad, Iran and preserved at room temperature in paper bag. The seeds were surface sterilized by immersing in sodium hypochlorite for 5 minutes. Then seeds were rinsed by distilled water for 15 minutes. To increase seed germination before the start of experiment, the seeds were dehulled and placed in Petri dishes on top of a single layer of Whatman no. 1 filter paper. Then, 10 mL of 0.2% KNO_3 solution were added to each Petri dish for breaking dormancy, then the seeds were incubated for 72 h at 4–5◦C in the dark. The germinated seeds were sown in pot (1.5 L). One week after sowing plants were tinned to four plant in each pot. The pots were irrigated every days. At four leaf stage of wild oat plants the herbicide treatment were applied. The treatments included sethoxydim concentration at seven levels (0, 23.4, 46.8, 93.75, 187.5, 281.25 and 375 g ai ha^{-1} of sethoxydim) and vegetable oils at ten levels (without oil and with turnip, olive, soybean, corn, sunflower, canola, sesame, castor, and cotton oil). The response of wild oat biomass were analyzed by non-linear regression by R software. To determine toxicity of sethoxydim plus vegetable oils on sugar beet and onion an experiment by recommended dose of sethoxydim was conducted. Moreover, an experiment was carried out to determine the fatty acid content and quantity of each vegetable oil. To determine the chemical nature of fatty acid oils, 15 drops of each vegetable oil were added to 7 mL N-hexane plus 2 mL of potassium hydroxide in methanol (11.2% m/v). Then, four replications of the supplied compounds were shacked for 1 min and heated to 55°C for 5 min until the solution was separated into two phases. The upper phase was desiccated with sodium lauryl sulfate and filtered to analyze with gas chromatography. The fatty acid content was determined using gas chromatography Acme 6000 (Younglin, South Korea) equipped with a flame ionization detector and a CP-Sil 88 Wcot fused silica column (100 m × 0.25 mm i.d. × 0.2 µm film thickness; Chrompack, Middleburg, Netherlands). The carrier gas was ultrahigh-purity helium; we used a 1:100 split mode and a flame-ionization detector. The GC oven temperature was maintained at 140 °C for 5 min, then ramped to 240°C at the rate of 4°C/min and maintained at 240°C for 15 min. The flow rate of helium was 20 mL/min. The injector and detector temperatures were 250 and 280°C, respectively. The volume of injected sample was 1 µL. Fatty acids were identified by matching their retention times with those of their relative standards.

Results and Discussion: Results of this study showed that sethoxydim performance improved in the presence of vegetable oils whereas relative potency were higher than 1 in the presence of vegetable oils compared to sethoxydim alone. The vegetable oil could be ranked based on their relative potency value as: turnip

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: Hhammami@birjand.ac.ir)
2, 3 and 4- Professor, Associated Professor and Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
5- Professor, Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

> olive > soybean > corn > sunflower > canola > sesame > castor > cotton. The overall results showed that the efficacy of sethoxydim was improved by increasing the content of unsaturated fatty acids in vegetable oils. Turnip and cottonseed oils with 71.17 and 20.65 percentages of unsaturated fatty acids had the highest and lowest performance, respectively. Among the polyunsaturated fatty acids compounds, linoleic acid content had a key role in the efficiency. There was a negative relationship between linoleic acid content and the performance of vegetable oils. Moreover, non-significant toxicity effects on sugar beet and onion was observed.

Conclusion: Based on this work, when the vegetable oils used the performance of sethoxydim on wild oat control based on relative potency were improved. Therefore, synthetic adjuvants can be replaced by vegetable oils as adjuvants in herbicide application. Based on results of this work, composition of fatty acids in vegetable oil is a very effective factors for increasing sethoxydim performance on wild oat control. By increasing unsaturated fatty acids, the sethoxydim performance showed more performance whereas turnip oil with higher unsaturated fatty acids was showed the highest performance. Further research is needed to determine the mechanism of action of vegetable oils in increasing the effectiveness of herbicides.

Keywords: Linoleic acid, Sethoxydim, Unsaturated fatty acids, Vegetable oils